



Influencia de la Densidad de Corriente en el Anodizado de Aluminio 2024 - T3

A. Camargo¹, W. Aperador^{1,2}, C. Ortiz¹, E. Vera¹

¹Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Superficies Electroquímica y Corrosión GSEC, Tunja.

²Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería de Materiales, Grupo de Materiales Compuestos, Cali-Colombia

Recibido 23 de Oct. 2007; Aceptado 6 de Mar. 2009; Publicado en línea 30 de Abr. 2009

Resumen

La obtención de películas anódicas gruesas de óxido de aluminio sobre aluminio 2024-T3, se hizo utilizando la técnica de corriente directa, empleando como electrolito una solución de ácido sulfúrico, H_2SO_4 15 % v/v, a 20°C durante 30 minutos, a tres densidades de corriente (10, 15 y 20 mA/cm²). Se realizaron pruebas de microdureza Vickers, ensayos de coeficiente de fricción y medidas de rugosidad. Los resultados muestran la influencia que tiene la densidad de corriente aplicada en la formación de las películas de óxido. Indicando que la densidad de corriente influye con un aumento de espesor de película y un aumento en los valores de microdureza del sistema, obteniendo películas gruesas, uniformes y adherentes.

Palabras claves: Anodizado, Al 2024 -T3, densidad de corriente.

Abstract

The obtaining of movies thick anódicas of aluminum oxide on aluminum 2024-T3, it was made using the direct current technique, using as electrolyte a sulfuric acid solution, H₂SO₄ 15% v/v, at 20°C during 30 minutes, to three different current densidades (10, 15 and 20 mA/cm²). they were carried out microdureza tests Vickers, coefficient of friction rehearsals and ruggedness measures. The results show the influence that has the current density applied in the formation of the oxide movies. Indicating that the current density influences with an increase of movie thickness and an increase in the securities of microdureza of the system, obtaining thick movies, standardize and adherent.

Key Words: Anodizing, current density, Al 2024-T3

©2009 Revista Colombiana de física. Todos los derechos reservados.

1. Introducción

Las propiedades mecánicas de los anodizados son de gran importancia, debido a esto el estudio del coeficiente de fricción, la dureza y la rugosidad de los anodizados es de gran significancia por lo que define varios parámetros tales como: Estado de esfuerzos al interior del material, condición de fatiga, relación tracción/compresión y porcentaje de deslizamiento, en nuestro caso es importante investigarlo debido a las aplicaciones que va a tener estos anodizados en los cuales se puede causar cambios

microestructurales en las superficies en contacto asociados al aumento de temperatura y cambios de dimensión y de forma.[1] [2][3][4]

2. Desarrollo Experimental

2.1. Características de la celda Electroquímica y Conformación del Recubrimiento

La Fig.1 muestra esquemáticamente el sistema usado para la obtención de las películas de óxido de aluminio con dos electrodos de aluminio conectados a la fuente de corriente

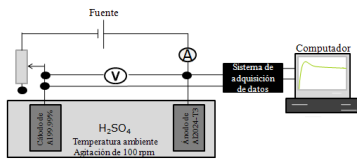


Fig.1 Representación esquemática del montaje usado para la obtención de las películas anódicas.

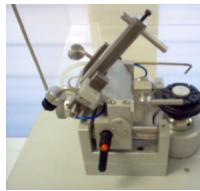


Fig. 2 Equipo Pin on disk usado para realizar pruebas de coeficiente de fricción

La interacción de los cuerpos sólidos durante la fricción externa depende de la calidad superficial de los cuerpos. La calidad superficial depende de las características geométricas, físicas, químicas y mecánicas de las capas superficiales. Debido a que este material está sometido a fricción debido a su aplicación más común en la aeronáutica, se vio la necesidad de realizar medidas de rugosidad del material, las medidas se hicieron en 7 diferentes zonas de cada una de las probetas, luego se promedió el valor y se tabuló para cada caso estudiado.

3. Resultados y discusión

3.1. Coeficiente de fricción

Se realizaron medidas de coeficiente de fricción al sustrato, sustrato decapado y a las 3 probetas obtenidas con las 3 densidades de corriente definidas para este trabajo. En la Fig. 5 se muestra la superposición de los coeficientes de fricción obtenidos en este estudio, aquí podemos concluir que a medida que aumenta la densidad de corriente de la producción del anodizado aumenta también el valor de coeficiente de fricción, además de la misma forma como se aumenta densidad de corriente va aumentando la distancia para encontrar la alteración generada debida a la capa porosa, asimis mo podemos afirmar que el menor valor de coeficiente de fricción se da para el sustrato.

3.2 Dureza de las Películas Anódicas.

Debido a que las películas anódicas son de espesores pequeños, en realidad lo que se mide es la microdureza del sistema sustrato-película anódica, demostrándose que la película que tiene una mejor dureza es la película obtenida con una densidad de corriente de 20 mA/Cm^2 con un valor de 705 HV en promedio, esta tiene un valor de dureza tres veces mayor que la dureza del *Al 2024-T3* que fue de 193 HV en promedio, seguida de la película obtenida con densidad de corriente de 15 mA/Cm^2 con un valor de dureza de 517 HV en promedio, además se pudo determinar que la película que menos dureza tiene es la obtenida con una densidad de corriente de 10 mA/Cm^2 con un valor promedio de 325 HV .

3.3. Medidas de rugosidad

Según las medidas de perfilografía se puede evidenciar que el valor más pequeño de rugosidad se obtiene para el sustrato ($0.1 \mu\text{m}$), en cuanto a los anodizados podemos concluir que a medida que aumentamos la densidad de corriente en la obtención de los anodizados disminuye el valor de rugosidad, para nuestro caso podemos afirmar que el mejor anodizado es el de 20 mA/cm^2 ($0.31 \mu\text{m}$) debido a que es el de menor valor de rugosidad aritmético, para el de 15 mA/cm^2 obtuvimos $0.38 \mu\text{m}$ y para el de 10 mA/cm^2 se obtuvo $0.52 \mu\text{m}$.

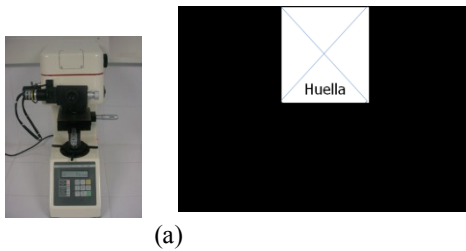


Fig. 3. (a) Microdurometro Vickers, (b) Huella dejada después de la medida.

continua. Un voltímetro o en este caso el sistema da adquisición de datos y un amperímetro en paralelo y en serie, respectivamente, completan el circuito eléctrico. El electrodo usado en este trabajo es una solución de ácido sulfúrico,

H_2SO_4 al 15% v/v a temperatura ambiente y agitada durante el proceso a 100 rpm . [2][3][5]

2.2. Coeficiente de fricción

El equipo que se utilizó es un pin on disk de referencia tribometer de la CSM instruments Fig. 2. Los parámetros utilizados son: Carga: 2 Newtons, Velocidad: 150rpm, Distancia: 500 m, Temperatura: 25°C , Radio de la huella: 4mm, Atmósfera: aire del laboratorio

2.3. Medida de Microdureza Vickers.

Para hallar una medida de la microdureza se realizaron indentaciones con una carga de 2.94 N por un tiempo de 20 segundos, se realizaron 15 medidas en 5 zonas diferentes de la probeta. Para el procedimiento se usa un penetrador de diamante en forma de pirámide de base cuadrada, tal penetrador es aplicado perpendicularmente a la superficie de la película anódica. A la huella que queda que es como la de la Fig. 3b se le mide la diagonal d y el equipo automáticamente nos da la medida de microdureza Vickers, que se denota HV y se define como la relación entre la carga aplicada (expresada en Kg) y el área de la superficie lateral de la huella. Para esta medida de microdureza se tuvo en cuenta la norma *ASTM F 384 (Test method for microhardness of materials)*.

2.4. Medidas de rugosidad

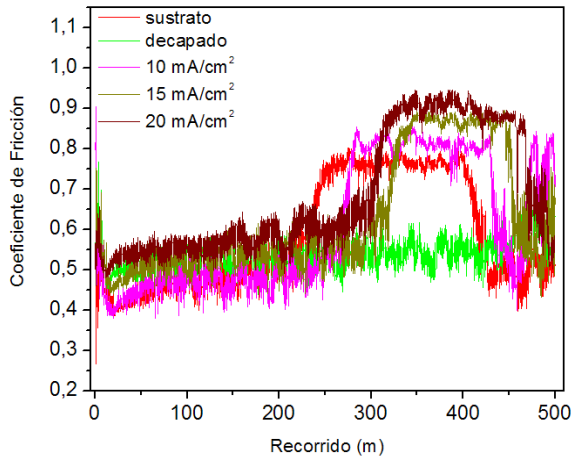


Fig.5 Coeficiente de fricción del sustrato, decapado y los tres anodizados.

Conclusiones

A medida que aumentamos la densidad de corriente en la producción del anodizado aumenta también el valor de coeficiente de fricción, además de la misma forma como se aumenta la densidad de corriente va aumentando la distancia para encontrar la alteración generada debido a la capa porosa, también se halló que el menor valor de coeficiente de fricción se da para el sustrato. Respecto a la dureza se pudo establecer que esta se incrementa con la densidad de corriente usada en el proceso de obtención de las películas, además de que el sustrato es el que presenta menos resistencia a la deformación que el sustrato con película anódica. En cuanto a los valores de rugosidad aritmética se puede evidenciar que el valor más pequeño se obtiene para el sustrato y en los anodizados podemos concluir que a medida que aumentamos la densidad de corriente en la obtención de los anodizados disminuye el valor de rugosidad, para nuestro caso podemos afirmar que el mejor anodizado es el de $20mA/cm^2$ debido a que tiene el de menor valor de rugosidad aritmético.

Referencias

- [1] L. Postigo, *Química general aplicada*, p. 314. , España, Ed. Sopena 1982
- [2] H. Habazaki, K. Shimizu, P. Skeldon, G. E. Thompson, G. C. Wood and X. Zhou., "Effects of Alloying Elements in Anodizing of Aluminium", University of Manchester Institute of SCIENCE and Technology, Corrosion Science, Vol. 39, Edición N° 4, p. 731-737, Japan, (1997).
- [3] R. Parra, *Influencia de los Tratamientos Superficiales en la Vida Útil a Fatiga de Aleaciones de Aluminio Aeronáutico*, p. 25, Santiago de Chile, (2003)
- [4] J. W. Verwey, *Electroplating Metal Finishing*, p. 7 and 274, (1954)